

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. März 2001 (15.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/18367 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01N 11/00, F02D 41/14, 41/38

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02900

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. August 2000 (24.08.2000)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WINKLER, Klaus [DE/DE]; Schubertstrasse 34, D-71277 Rutesheim (DE).
KOEHLER, Christian [DE/DE]; Ringstrasse 8, D-74391 Erligheim (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, JP, KR, RU, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

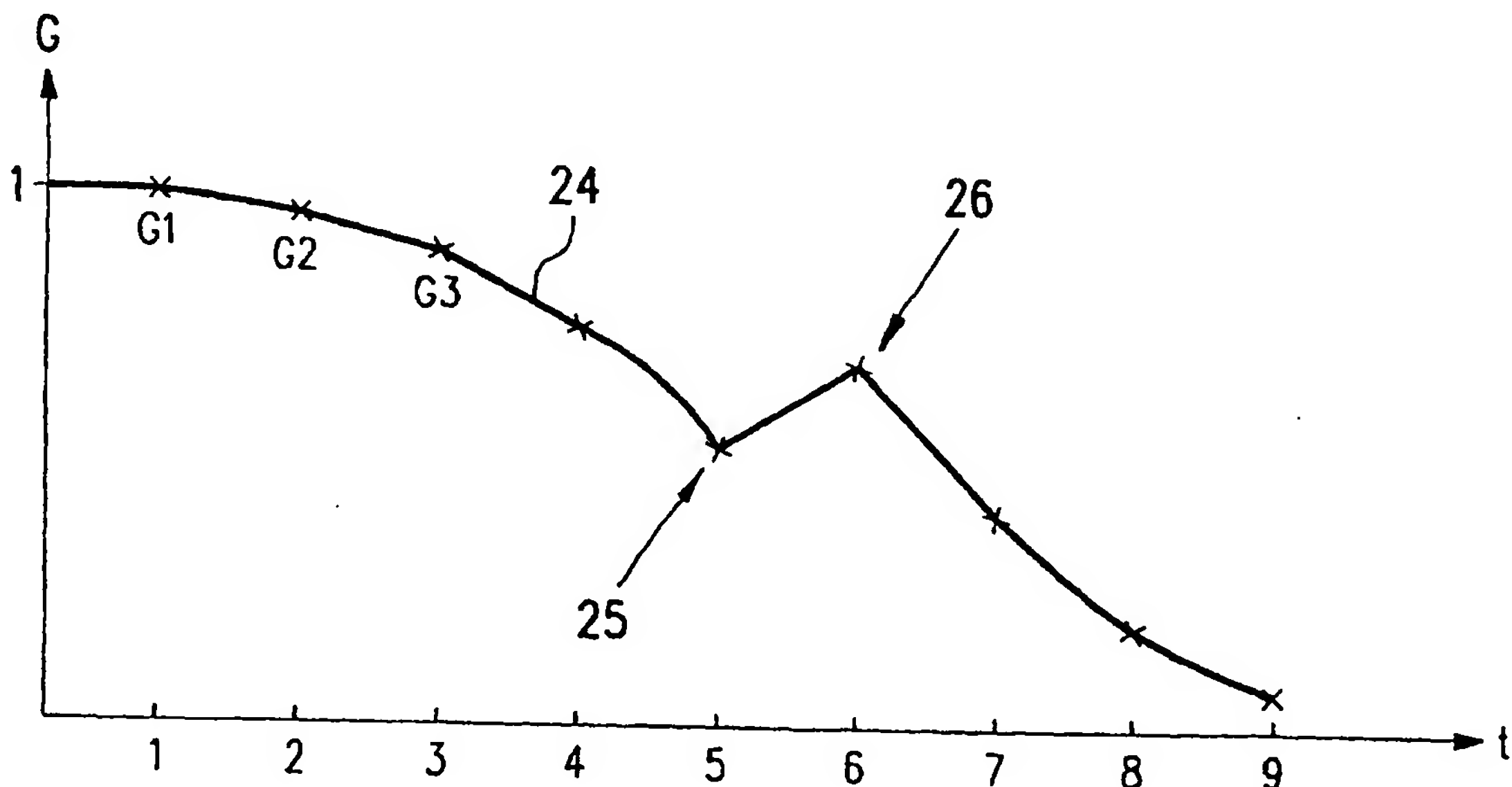
(30) Angaben zur Priorität:
199 42 270.2 4. September 1999 (04.09.1999) DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine (1) in particular the internal combustion engine of a motor vehicle, which is provided with a combustion chamber (4), wherein fuel can be injected in a rich and in a lean operational mode. Said internal combustion engine (1) is provided with a catalyst (12) wherein nitrous oxides can be stored. A control unit (18) is provided for switching between operational modes. A power function (G) relating to the storage of nitrous oxides in the catalyst (12) is determined by the control unit (18). Said control unit (18) effects switching between the operational modes according to said power function (G).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben, die mit einem Brennraum (4) versehen ist, in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist. Die Brennkraftmaschine (1) ist mit einem Katalysator (12) versehen, in dem Stickoxide speicherbar sind. Es ist ein Steuergerät (18) zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart vorgesehen. Durch das Steuergerät (18) wird eine Gütefunktion (G) für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator (12) ermittelt. Des weiteren wird durch das Steuergerät (18) in Abhängigkeit von der Gütefunktion (G) die Umschaltung zwischen den Betriebsarten beeinflusst.

WO 01/18367 A1



Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart in einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem zwischen der fetten und der mageren Betriebsart umgeschaltet wird, und bei dem Stickoxide in einem Katalysator gespeichert werden. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine sowie ein Steuergerät für eine derartige Brennkraftmaschine.

20

25

Ein derartiges Verfahren, eine derartige Brennkraftmaschine und ein derartiges Steuergerät sind beispielsweise von einer sogenannten Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Dort wird Kraftstoff in einer fetten Betriebsart, z.B. in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einer mageren Betriebsart, z.B. in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf- und Teillastbetrieb geeignet ist. Beispielsweise in Abhängigkeit von einer erwünschten Soll-Betriebsart wird bei einer derartigen direkteinspritzenden

30

35

Brennkraftmaschine zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

Insbesondere in dem mageren Schichtbetrieb sind NOx-Anteile, also Stickoxide im Abgas vorhanden, die durch einen 3-Wege-Katalysator nicht nachbehandelt werden können. Hierzu ist ein Speicherkatalysator vorgesehen, der die Stickoxide speichert, um sie dann in einer nachfolgenden fetten Betriebsart der Brennkraftmaschine zu konvertieren und wieder abzugeben. Da die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators begrenzt ist, muß dieser ständig be- und entladen werden. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines Lambdasensors vor dem Katalysator dadurch gesteuert und/oder geregelt werden, daß die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators modelliert wird.

Durch die Alterung der Brennkraftmaschine können in der Modellierung Veränderungen und damit Fehler auftreten. Diese Fehler können zu einer bleibenden fehlerhaften Steuerung und/oder Regelung des Be- und Entladens des Speicherkatalysators führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem das Be- und Entladen des Speicherkatalysators auch langfristig korrekt gesteuert und/oder geregelt wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Gütefunktion für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator ermittelt wird, und daß in Abhängigkeit von der Gütefunktion die Umschaltung zwischen den Betriebsarten beeinflußt wird. Bei einer Brennkraftmaschine und einem Steuergerät der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

- 3 -

Aufgrund der Alterung des Katalysators oder aufgrund von Vergiftungen desselben weist die Gütefunktion einen fallenden Verlauf auf. Ändert sich dieser fallende Verlauf, so kann daraus auf eine Änderung der Brennkraftmaschine z.B. aufgrund von Alterung geschlossen werden. In diesem Fall kann das Modell für das Umschalten zwischen den Betriebsarten der Brennkraftmaschine derart adaptiert werden, daß die Gütefunktion wieder in einen fallenden Verlauf übergeht.

Damit ist es möglich, über die Gütefunktion Alterungserscheinungen der Brennkraftmaschine zu erkennen und in dem Steuergerät entsprechend zu berücksichtigen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Gütefunktion in Abhängigkeit von der Zeitdauer ermittelt, nach der eine fette Betriebsart durch den Katalysator durchbricht. Das Durchbrechen der fetten Betriebsart kann z.B. mit Hilfe eines dem Katalysator nachgeordneten Lambdasensors festgestellt werden. Das Durchbrechen bedeutet, daß der Katalysator sämtliche gespeicherten NOx-Anteile abgegeben hat und Reduktionsmittel in der Form von "fettem" Abgas zu dem nachgeordneten Lambdasensor gelangt. Die vorgenannte Zeitdauer ist ein Maß für die Speicherfähigkeit des Katalysators. Mit der Zeit wird diese Zeitdauer immer geringer, was die Alterung und/oder Vergiftung des Katalysators darstellt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Gütefunktion in Abhängigkeit von einer Mehrzahl aufeinanderfolgender Zeitdauern ermittelt. Damit wird die Veränderung der Gütefunktion über der Zeit berücksichtigt.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird

- 4 -

eine Änderung der Steigung der Gütefunktion ermittelt. Aus dieser Änderung der Steigung der Gütefunktion kann dann auf eine Änderung der Brennkraftmaschine z.B. aufgrund von Alterung geschlossen werden.

5

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Umschaltung zwischen den Betriebsarten adaptiert wird. Vorzugsweise werden die Be- und/oder Entladezeiten für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator adaptiert.

10

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so daß dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

15

20

25

30

35

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung

- 5 -

bzw. in der Zeichnung.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

Figur 2 zeigt vier schematische Zeitdiagramme zu einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine der Figur 1, und

Figur 3 zeigt ein weiteres schematisches Zeitdiagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren der Figur 2.

In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlaßventil 5 und ein Auslaßventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlaßventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslaßventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlaßventils 5 und des Auslaßventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

- 6 -

Von dem Abgasrohr 8 führt eine Abgasrückführrohr 13 zurück zu dem Ansaugrohr 7. In dem Abgasrückführrohr 13 ist ein Abgasrückführventil 14 untergebracht, mit dem die Menge des in das Ansaugrohr 7 rückgeführten Abgases eingestellt werden kann. Das Abgasrückführrohr 13 und das Abgasrückführventil 14 bilden eine sogenannte Abgasrückführung.

Von einem Kraftstofftank 15 führt eine Tankentlüftungsleitung 16 zu dem Ansaugrohr 7. In der Tankentlüftungsleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht, mit dem die Menge des dem Ansaugrohr 7 zugeführten Kraftstoffdampfes aus dem Kraftstofftank 15 einstellbar ist. Die Tankentlüftungsleitung 16 und das Tankentlüftungsventil 17 bilden eine sogenannte Tankentlüftung.

Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Stellern das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflußt werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und der Drosselklappe 11 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren

- 7 -

Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

Die Brennkraftmaschine 1 der Figur 1 kann in einer Mehrzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb und dergleichen zu betreiben. Zwischen den genannten Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 kann hin- und her- bzw. umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 18 durchgeführt.

Im Homogenbetrieb wird der Kraftstoff während der Ansaugphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Der Kraftstoff wird dadurch bis zur Zündung noch weitgehend verwirbelt, so daß im Brennraum 4 ein im wesentlichen homogenes Kraftstoff/Luft-Gemisch entsteht. Das zu erzeugende Moment wird dabei im wesentlichen über die Stellung der Drosselklappe 11 von dem Steuergerät 18 eingestellt. Im Homogenbetrieb werden die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 derart gesteuert und/oder geregelt, daß λ gleich Eins ist. Der Homogenbetrieb wird insbesondere bei Vollast angewendet.

- 8 -

Im Schichtbetrieb wird der Kraftstoff während der Verdichtungsphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Damit ist bei der Zündung durch die Zündkerze 10 kein homogenes Gemisch im Brennraum 4 vorhanden, sondern eine Kraftstoffschichtung. Die Drosselklappe 11 kann, abgesehen von Anforderungen z.B. der Abgasrückführung und/oder der Tankentlüftung, vollständig geöffnet und die Brennkraftmaschine 1 damit entdrosselt betrieben werden. Das zu erzeugende Moment wird im Schichtbetrieb weitgehend über die Kraftstoffmasse eingestellt. Mit dem Schichtbetrieb kann die Brennkraftmaschine 1 insbesondere im Leerlauf und bei Teillast betrieben werden.

Bei dem Katalysator 12 handelt es sich um eine Kombination eines 3-Wege-Katalysators und eines Speicherkatalysators. Mit dem 3-Wege-Katalysator werden unabhängig von der Betriebsart kontinuierlich die schädlichen Bestandteile des Abgases nachbehandelt bzw. umgesetzt. Der 3-Wege-Katalysator ist jedoch nicht in der Lage, die im Schichtbetrieb entstehenden NOx-Anteile des Abgases zu verarbeiten. Hierzu ist der Speicherkatalysator vorgesehen.

Der Speicherkatalysator bindet die NOx-Anteile des Abgases im mageren Betrieb der Brennkraftmaschine 1, also bei Sauerstoffüberschuß, z.B. insbesondere während des Schichtbetriebs. Wird die Brennkraftmaschine 1 danach mit einem Kraftstoffüberschuß, also fett betrieben, so gibt der Speicherkatalysator die gebundenen NOx-Anteile wieder frei, so daß diese von dem 3-Wege-Katalysator reduziert und damit nachbehandelt werden können.

In der Figur 2 sind in dem oberen ersten Zeitdiagramm die NOx-Emissionen N der Brennkraftmaschine 1 schematisch über der Zeit t dargestellt. Aus diesem Zeitdiagramm geht hervor, daß die Brennkraftmaschine 1 während des

- 9 -

Schichtbetriebs, also in einer mageren Betriebsart, Stickoxide abgibt, während im Homogenbetrieb, also während einer fetten Betriebsart, die NO_x-Rohemissionen keine Rolle spielen und zu Null gesetzt werden.

5

10

In der Figur 2 ist in dem zweiten Zeitdiagramm die Masse M der in dem Speicherkatalysator gespeicherten NO_x-Anteile schematisch über der Zeit t dargestellt. Aus diesem Zeitdiagramm geht hervor, daß der Speicherkatalysator während des Schichtbetriebs die von der Brennkraftmaschine 1 abgegebenen Stickoxide aufnimmt und speichert. Die Masse M steigt damit stetig an. Während des Homogenbetrieb gibt der Speicherkatalysator die gespeicherten Stickoxide wieder frei, so daß die Masse M wieder stetig abnimmt.

15

20

25

Die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators ist nicht unbegrenzt. Aus diesem Grund wird z.B. mit Hilfe eines Modells die noch vorhandene Speicherkapazität des Speicherkatalysators von dem Steuergerät 18 ermittelt. Sobald die Speicherkapazität aufgrund einer längeren Beladung des Speicherkatalysators erschöpft ist, wird die Brennkraftmaschine 1 von dem Steuergerät 18 in eine fette Betriebsart umgeschaltet, damit der Speicherkatalysator wieder entladen und damit die Speicherkapazität wieder vergrößert wird. Sobald der Speicherkatalysator entladen ist, kann von dem Steuergerät 18 wieder umgeschaltet und damit der Speicherkatalysator wieder beladen werden.

30

35

Aus dieser Modellierung des Speicherkatalysators und der daraus resultierenden Steuerung bzw. Regelung der Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 durch das Steuergerät 18 ergibt sich das in dem ersten und dem zweiten Zeitdiagramm der Figur 2 dargestellte wechselseitige Umschalten zwischen dem Schichtbetrieb und dem Homogenbetrieb.

- 10 -

Vor dem Katalysator 12 ist ein Lambdasensor 21 vorgesehen, der mit dem Steuergerät 18 gekoppelt ist, und der dazu vorgesehen ist, das vorstehende Be- und Entladen des Speicherkatalysators zu steuern und/oder zu regeln. Das Ausgangssignal dieses Lambdasensors 21 ist in dem dritten Zeitdiagramm der Figur 2 schematisch dargestellt. Zur Vereinfachung ist dieses Ausgangssignal mit demselben Bezugszeichen gekennzeichnet wie der Lambdasensor 21.

Aus dem Ausgangssignal 21 ist wieder der Betrieb der Brennkraftmaschine 1 im Schichtbetrieb und im Homogenbetrieb ersichtlich. Im Schichtbetrieb weist das Abgas vor dem Katalysator 12, also bei dem Lambdasensor 21 entsprechend dem Ausgangssignal 21 der Figur 2 ein großes Lambda auf, was einem mageren Betrieb der Brennkraftmaschine 1 entspricht. Im Homogenbetrieb hingegen weist das Ausgangssignal 21 ein Lambda von z.B. gleich Eins auf und ist damit kleiner als im Schichtbetrieb.

Nach dem Katalysator 12 ist ein weiterer Lambdasensor 22 vorgesehen, der ebenfalls mit dem Steuergerät 18 gekoppelt ist. Das Ausgangssignal dieses Lambdasensors 22 ist in dem vierten Zeitdiagramm der Figur 2 schematisch dargestellt. Zur Vereinfachung ist dieses Ausgangssignal mit demselben Bezugszeichen gekennzeichnet wie der Lambdasensor 22.

Das Ausgangssignal 22 der Figur 2 zeigt an, wenn eine fette Betriebsart der Brennkraftmaschine 1, z.B. der Homogenbetrieb, durch den Katalysator 12 "durchbricht".

Dies ist dann der Fall, wenn der Speicherkatalysator vollständig entladen ist, also keine NOx-Anteile mehr in demselben gespeichert sind. Danach wird Reduktionsmittel in der Form von "fettem" Abgas nicht mehr von den freiwerdenden NOx-Anteilen des Speicherkatalysators gebunden, sondern gelangt zu dem Lambdasensor 22 und erzeugt dort das Ausgangssignal 22.

- 11 -

In den Zeitdiagrammen der Figur 2 wird in einem Zeitpunkt T1 in den Homogenbetrieb umgeschaltet. Ausgehend von diesem Zeitpunkt T1 wird dann ermittelt, wann diese fette Betriebsart "durchbricht". Zu diesem Zweck wird nach dem Zeitpunkt T1 nicht - wie üblich - entsprechend der modellierten gespeicherten Masse M wieder in den Schichtbetrieb zurückgeschaltet, sobald der Speicherkatalysator entladen ist, sondern es wird der Homogenbetrieb darüberhinaus beibehalten.

Daraus ergibt sich dann in dem unteren vierten Zeitdiagramm der Figur 2 in einem Zeitpunkt T2 ein Impuls 23. Dieser Impuls 23 zeigt an, daß die fette Betriebsart nunmehr durch den Katalysator 12 "durchgebrochen" ist.

Im Zeitpunkt T2 des Impulses 23 wird wieder in den Schichtbetrieb zurückgeschaltet. Aufgrund dieses Umschaltens der Brennkraftmaschine 1 von dem Homogenbetrieb in den Schichtbetrieb ist der Impuls 23 nur kurzzeitig vorhanden. Es ist jedoch möglich, anhand des Impulses 23 eine Zeitdauer DT als Differenz zwischen den Zeitpunkten T1 und T2 zu ermitteln.

Die Zeitdauer DT stellt die Verzögerungszeit dar, nach der der Speicherkatalysator nach einem vollständigen Entladen von NOx-Anteilen das ankommende Reduktionsmittel in der Form von "fettem" Abgas nicht mehr bindet, so daß dieses "fette" Abgas zu dem Lambdasensor 22 gelangt und dort den Impuls 23 auslöst. Aufgrund von Alterungserscheinungen und/oder Vergiftungen des Speicherkatalysators wird diese Verzögerungszeit immer kleiner. Der Impuls 23 erscheint also immer früher.

In der Figur 3 ist eine Kurve 24 über der Zeit t aufgetragen, die aus einer Mehrzahl derartiger Zeitdauern DT gewonnen wird. Bei der Kurve 24 handelt es sich um eine

- 12 -

Gütefunktion G für den Speicherkatalysator.

In der Figur 3 sind aufeinanderfolgende Zeitpunkte 1, 2, 3, usw. dargestellt, in denen entsprechend den obigen Ausführungen jeweils die Zeitdauer DT und daraus der zugehörige Wert G1, G2, G3, usw. ermittelt worden ist. Die Kurve 24 ergibt sich dann durch die Verbindung dieser Werte G1, G2, G3, usw..

Die Kurve 24 kann beispielsweise durch eine entsprechende Normierung aus den Zeitdauern DT in den aufeinanderfolgenden Zeitpunkten 1, 2, 3, usw. gewonnen werden. Ebenfalls kann die Kurve 24 z.B. auch mit Hilfe eines NOx-Sensors oder dergleichen ermittelt werden.

Wie erläutert worden ist, wird die Zeitdauer DT mit der Zeit immer kleiner. Damit werden auch die zugehörigen Werte G1, G2, G3, usw. immer kleiner. Dies ist auch aus der Kurve 24 der Figur 3 ersichtlich. Das kontinuierliche Fallen der Kurve 24 stellt damit das Verschlechtern des Speicherkatalysators, insbesondere dessen Alterung und/oder Vergiftung dar.

Mit der Zeit verändert sich jedoch auch die Brennkraftmaschine 1. Durch Alterungserscheinungen und dergleichen vermindert sich z.B. die Verdichtung der Brennkraftmaschine 1, was zu einer Erhöhung der Kohlenwasserstoffemissionen und zu einer Verringerung der NOx-Emissionen führt.

Diese Verringerung der NOx-Anteile im Abgas der Brennkraftmaschine 1 hat auch Folgen für die Beladung und Entladung des Speicherkatalysators. So wird z.B. bei gleicher Beladungsdauer der Speicherkatalysator mit weniger NOx-Anteilen beladen als an sich durch das Steuergerät 18 modelliert. Das Modell, in dessen Abhängigkeit von dem

- 13 -

Steuergerät 18 das Umschalten zwischen den Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 gesteuert und/oder geregelt wird, entspricht damit nicht mehr dem tatsächlichen Zustand des Speicherkatalysators.

5

10

Der Unterschied zwischen dem Modell des Steuergeräts 18 und dem tatsächlichen Zustand des Speicherkatalysators führt dazu, daß nach einer gewissen Zeit die Kurve 24 nicht mehr monoton fällt, sondern wieder ansteigt. Diese Änderung der Kurve 24 ist in der Figur 3 als ein Punkt 25 gekennzeichnet. Aus dem Ansteigen der Kurve 24 wird nunmehr von dem Steuergerät 18 auf eine Veränderung der NOx-Emissionen der Brennkraftmaschine 1 geschlossen, wie dies vorstehend erläutert ist.

15

20

Daraufhin adaptiert das Steuergerät 18 das Modell des Speicherkatalysators derart, daß die Kurve 24 wieder monoton fallend wird. Dies ist in der Figur 3 ab einem Punkt 26 der Fall. Insbesondere adaptiert das Steuergerät 18 z.B. die Be- und Entladezeiten des Speicherkatalysators, so daß die Zeitpunkte für das Umschalten zwischen den Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 wieder dem tatsächlichen Beladungszustand des Speicherkatalysators entspricht.

25

30

Wie ebenfalls aus der Kurve 24 der Figur 3 zu entnehmen ist, verändert sich schon vor dem Übergang zu einem Ansteigen, also vor dem Punkt 25, die Steigung der Kurve 24. In der Figur 3 wird die Steigung der Kurve 24 fortlaufend größer, so daß die Kurve 24 vor dem Punkt 25 immer stärker fällt.

35

Aus dieser Veränderung der Steigung der Kurve 24 kann das Steuergerät 18 ebenfalls auf eine Veränderung z.B. der NOx-Anteile im Abgas der Brennkraftmaschine 1 schließen und entsprechende Adaptionen zur Korrektur des Modells des

- 14 -

Speicherkatalysators vornehmen. Dabei ist es in diesem Zusammenhang möglich, Veränderungen der Steigung der Kurve 24 in positiver, wie auch in negativer Richtung zu erkennen und in Abhängigkeit davon entsprechende Adaptionen durchzuführen.

5

5

Ansprüche

10 1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1)
insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in
einer fetten und in einer mageren Betriebsart in einen
Brennraum (4) eingespritzt wird, bei dem zwischen der
fetten und der mageren Betriebsart umgeschaltet wird, und
15 bei dem Stickoxide in einem Katalysator (12) gespeichert
werden, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gütefunktion (G)
für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator (12)
ermittelt wird, und daß in Abhängigkeit von der
Gütefunktion (G) die Umschaltung zwischen den Betriebsarten
20 beeinflußt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Gütefunktion (G) in Abhängigkeit von der Zeitdauer (DT)
ermittelt wird, nach der eine fette Betriebsart durch den
25 Katalysator (12) durchbricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die Gütefunktion (G) in Abhängigkeit von einer Mehrzahl
aufeinanderfolgender Zeitdauern (DT) ermittelt wird.

30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, daß eine Änderung der Steigung der
Gütefunktion (G) ermittelt wird.

35

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, daß die Umschaltung zwischen den

- 16 -

Betriebsarten adaptiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Be- und/oder Entladezeiten für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator (12) adaptiert werden.

7. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 geeignet ist.

8. Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Brennraum (4), in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist, mit einem Katalysator (12), in dem Stickoxide speicherbar sind, und mit einem Steuergerät (18) zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Steuergerät (18) eine Gütefunktion (G) für die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator (12) ermittelbar ist, und daß durch das Steuergerät (18) in Abhängigkeit von der Gütefunktion (G) die Umschaltung zwischen den Betriebsarten beeinflussbar ist.

9. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine (1) mit einem Brennraum (4) versehen ist, in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist, sowie mit einem Katalysator (12), in dem Stickoxide speicherbar sind, und wobei das Steuergerät (18) zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Steuergerät (18) eine Gütefunktion (G) für

- 17 -

die Speicherung von Stickoxiden in dem Katalysator (12) ermittelbar ist, und daß durch das Steuergerät (18) in Abhängigkeit von der Gütefunktion (G) die Umschaltung zwischen den Betriebsarten beeinflussbar ist.

1 / 3

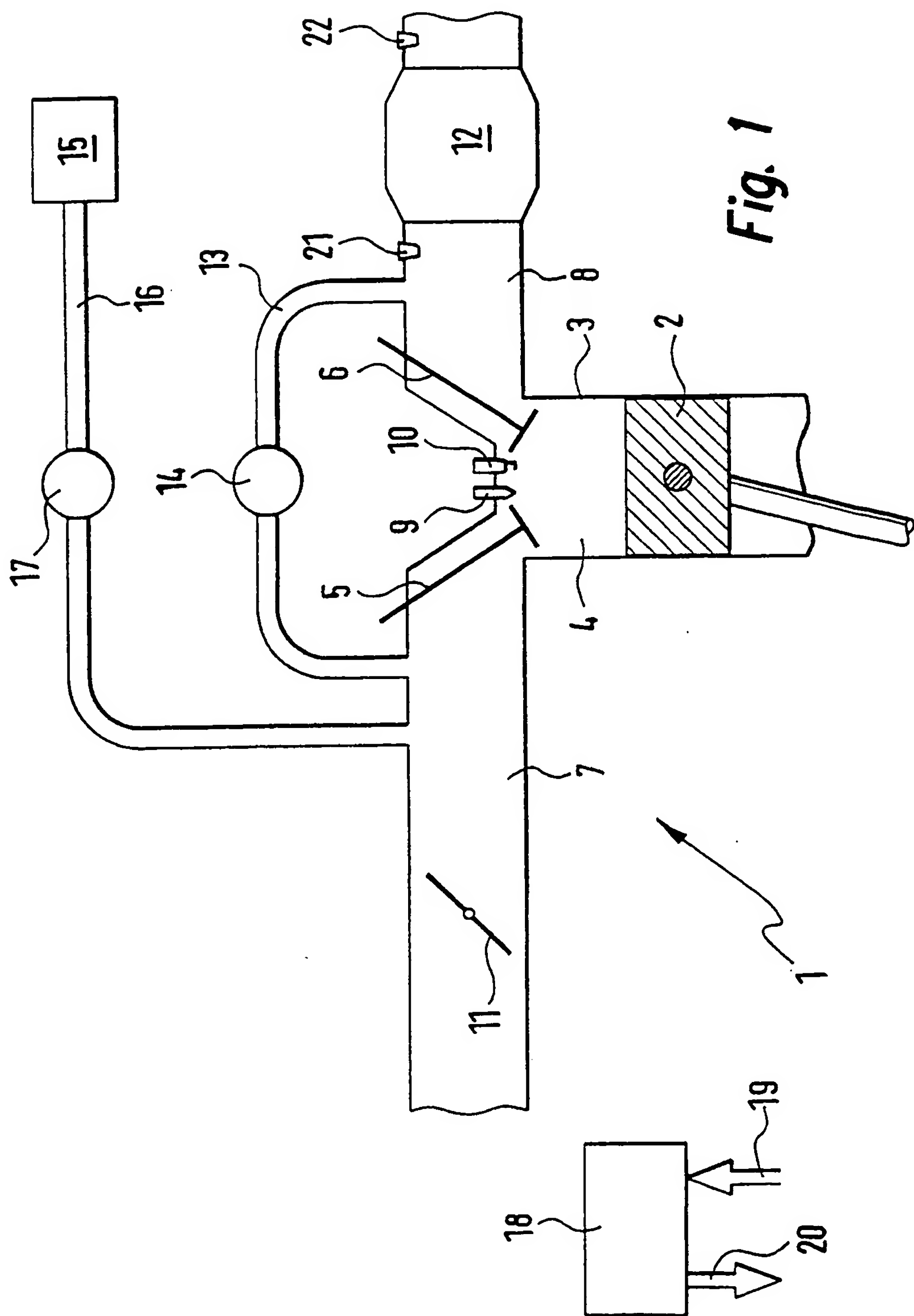


Fig. 2

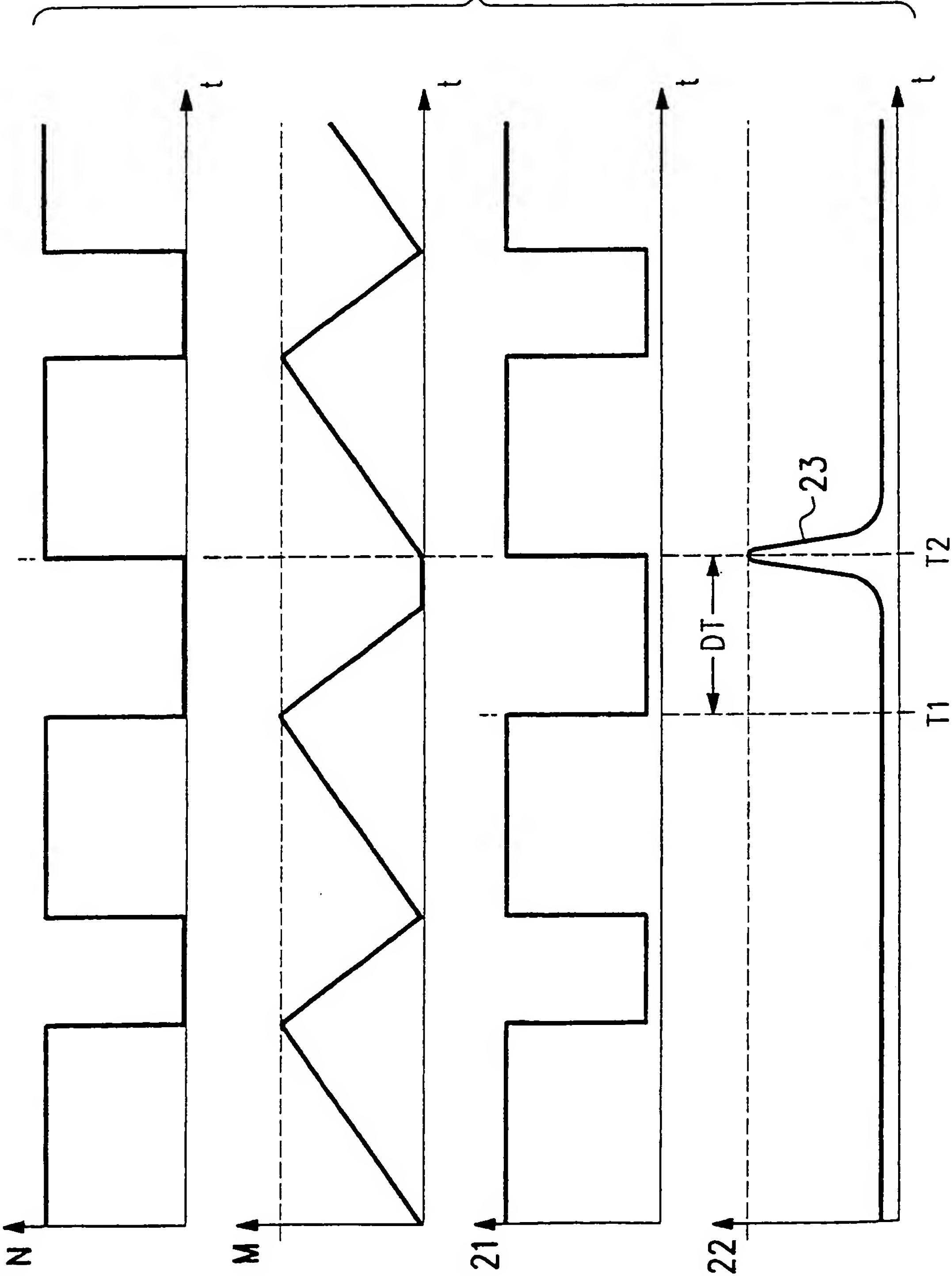
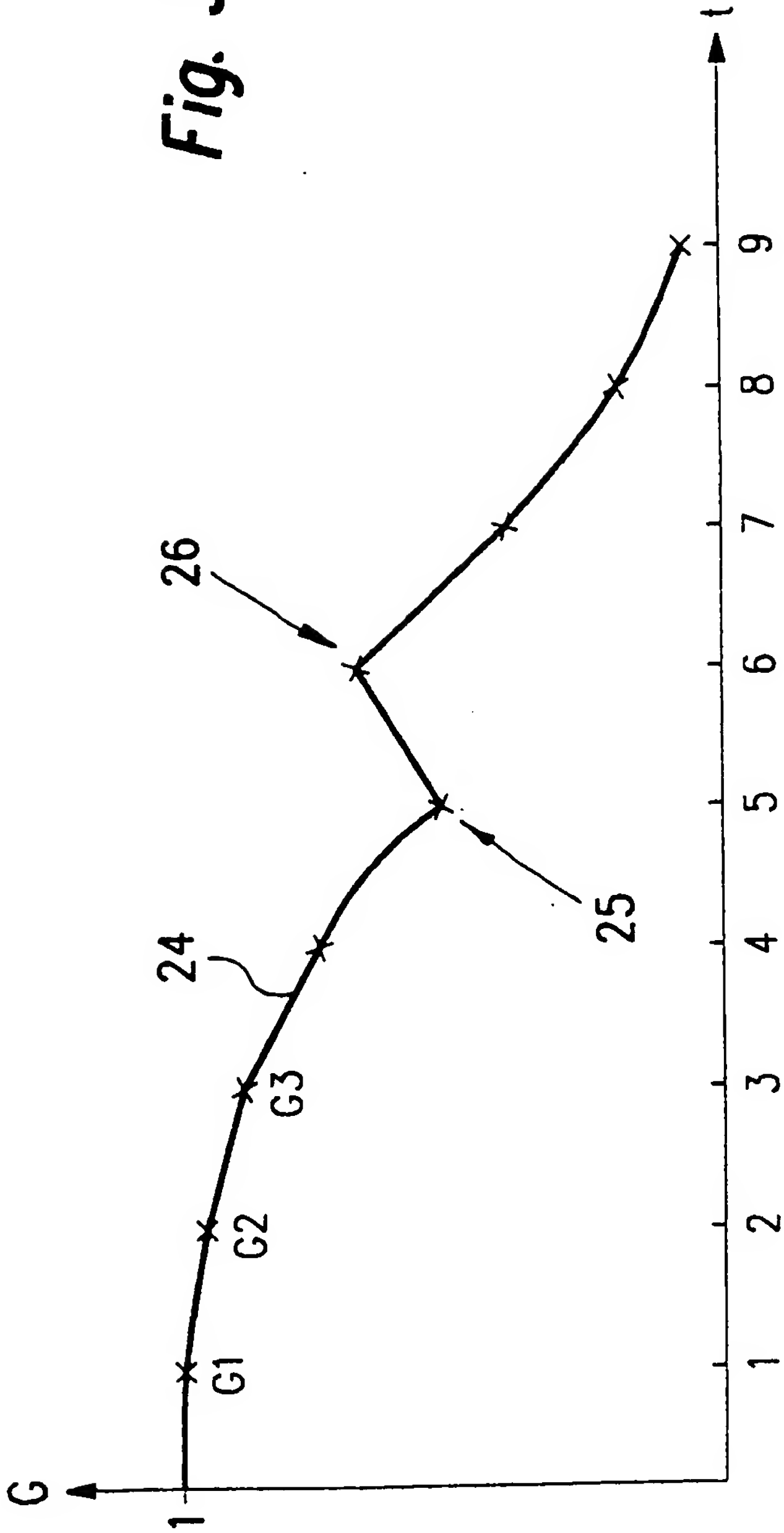


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02900

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01N11/00 F02D41/14 F02D41/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 903 477 A (FORD GLOBAL TECH INC) 24 March 1999 (1999-03-24) paragraph '0001! paragraph '0009! paragraph '0016! - paragraph '0018! figure 2 ---	1,5-9
X	EP 0 690 213 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3 January 1996 (1996-01-03) column 2, line 22 - line 25 column 4, line 30 - line 31 column 7, line 38 - column 8, line 15 column 10, line 20 - line 55 figure 9 ---	1,2,7-9
A	--- -/--	3,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2001

Date of mailing of the international search report

19/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Vita, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/02900

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 931 914 A (RENAULT) 28 July 1999 (1999-07-28) paragraph '0004! column 5, line 36 - line 39 paragraph '0038! paragraph '0043! claims 1,13 figure 1 ---	1,7-9 2,5
P,X A	DE 198 51 564 A (SIEMENS AG) 11 May 2000 (2000-05-11) column 1, line 3 - line 6 column 1, line 17 - line 33 column 3, line 20 - line 36 column 5, line 52 - line 67 figures 1,4 ---	1,5,7-9 2,4,6
P,X	EP 0 969 194 A (NISSAN MOTOR) 5 January 2000 (2000-01-05) paragraph '0037! figure 9 -----	1,4,7-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02900

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0903477 A	24-03-1999	DE 19741079 A	01-04-1999
		JP 11148338 A	02-06-1999
EP 0690213 A	03-01-1996	JP 8014030 A	16-01-1996
		DE 69502663 D	02-07-1998
		DE 69502663 T	26-11-1998
		US 5577382 A	26-11-1996
EP 0931914 A	28-07-1999	FR 2774127 A	30-07-1999
DE 19851564 A	11-05-2000	FR 2785640 A	12-05-2000
		GB 2344771 A	21-06-2000
EP 0969194 A	05-01-2000	JP 2000018023 A	18-01-2000
		US 6145305 A	14-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/02900

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01N11/00 F02D41/14 F02D41/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01N F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 903 477 A (FORD GLOBAL TECH INC) 24. März 1999 (1999-03-24) Absatz '0001! Absatz '0009! Absatz '0016! - Absatz '0018! Abbildung 2 ---	1,5-9
X A	EP 0 690 213 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3. Januar 1996 (1996-01-03) Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 25 Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 31 Spalte 7, Zeile 38 - Spalte 8, Zeile 15 Spalte 10, Zeile 20 - Zeile 55 Abbildung 9 --- -/--	1,2,7-9 3,5

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12. Januar 2001

19/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Vita, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 0 931 914 A (RENAULT) 28. Juli 1999 (1999-07-28) Absatz '0004! Spalte 5, Zeile 36 - Zeile 39 Absatz '0038! Absatz '0043! Ansprüche 1,13 Abbildung 1 ---	1,7-9 2,5
P,X A	DE 198 51 564 A (SIEMENS AG) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 6 Spalte 1, Zeile 17 - Zeile 33 Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 36 Spalte 5, Zeile 52 - Zeile 67 Abbildungen 1,4 ---	1,5,7-9 2,4,6
P,X	EP 0 969 194 A (NISSAN MOTOR) 5. Januar 2000 (2000-01-05) Absatz '0037! Abbildung 9 -----	1,4,7-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02900

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0903477	A	24-03-1999	DE	19741079 A	01-04-1999
			JP	11148338 A	02-06-1999

EP 0690213	A	03-01-1996	JP	8014030 A	16-01-1996
			DE	69502663 D	02-07-1998
			DE	69502663 T	26-11-1998
			US	5577382 A	26-11-1996

EP 0931914	A	28-07-1999	FR	2774127 A	30-07-1999

DE 19851564	A	11-05-2000	FR	2785640 A	12-05-2000
			GB	2344771 A	21-06-2000

EP 0969194	A	05-01-2000	JP	2000018023 A	18-01-2000
			US	6145305 A	14-11-2000
